

① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 31 29 568 A 1

⑤ Int. Cl. 3:  
H 01 L 23/50

H 01 L 21/92  
H 01 L 25/04

⑳ Aktenzeichen:  
㉔ Anmeldetag:  
㉕ Offenlegungstag:

P 31 29 568.1-33  
27. 7. 81  
22. 4. 82

Behördeneigentum

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
28.07.80 JP P102509-80

⑦① Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:  
Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Lamprecht, K., Dipl.-Ing.; Beetz  
jun., R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw.; Heidrich, U.,  
Dipl.-Phys. Dr. jur., Pat.- u. Rechtsanw.; Timpe, W., Dr.-Ing.;  
Siegfried, J., Dipl.-Ing.; Schmitt-Fumian, W., Privatdozent,  
Dipl.-Chem. Dr. rer. nat., Pat.-Anw., 8000 München

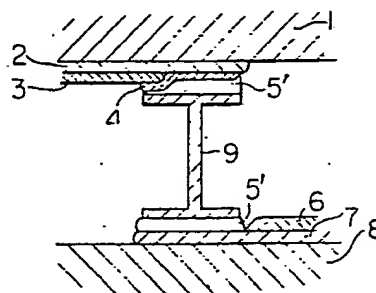
⑦② Erfinder:  
Serizawa, Koji; Honda, Michiharu; Satoh, Ryohei, Totsuka,  
Yokohama, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verbindungssystem einer Halbleiteranordnung und Verfahren zu dessen Herstellung

Verbindungssystem für eine Halbleiteranordnung zum elektrischen Verbinden eines Anschlußteils (4) auf einem Leiter (2) der Halbleiteranordnung (1) und eines Anschlußteils (7) auf einem dem Anschlußteil (4) der Halbleiteranordnung (1) zugewandten Substrat (8) und ein Verfahren zur Herstellung desselben werden offenbart. Das Verbindungssystem weist einen elastischen Verbindungskörper (9) mit Verbindungsoberflächenteilen, die mit den Anschlußteilen (4, 7) zu verbinden sind, und einem elastischen leitenden Stiel auf, der zwischen den gegenüberliegenden Verbindungsoberflächenteilen gehalten ist. Eine zwischen den Anschlußteilen (4, 7) der Halbleiteranordnung (1) und des Verdrahtungssubstrats (8) entwickelte Beanspruchung wird innerhalb des elastischen Bereichs des Stiels aus dem elastischen leitenden Material absorbiert, um die Verbindungslebensdauer des Verbindungssystems zu verlängern. (31 29 568)

FIG. 3A



BEETZ-LAMPRECHT-BEETZ  
Steinsdorfstr. 10 · D-8000 München 22  
Telefon (089) 22 72 01 - 22 72 44 - 29 59 10  
Télex 522 048 - Telegramm Allpatent München

81-32.677P(32.678H)

3129500  
Patentanwälte  
Zugelassene Vertreter beim Europäischen Patentamt  
Dipl.-Ing. R. BEETZ sen.  
Dipl.-Ing. K. LAMPRECHT  
Dr.-Ing. R. BEETZ jr.  
Rechtsanwalt Dipl.-Phys. Dr. jur. U. HEIDRICH  
Dr.-Ing. W. TIMPE  
Dipl.-Ing. J. SIEGFRIED  
Priv.-Doz. Dipl.-Chem. Dr. rer. nat. W. SCHMITT-FUMIAN

27. Juli 1981

### Ansprüche

- ① Verbindungssystem für eine Halbleiteranordnung mit einem Verbindungskörper zum elektrischen Verbinden eines Leiters auf der Halbleiteranordnung und eines Leiters auf einem Substrat an Anschlußteilen an bestimmten Stellen auf den Leitern,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Verbindungskörper (9) zur Absorption und Dämpfung einer zwischen den Anschlußteilen (4, 7) entwickelten Dehnung dient.
2. Verbindungssystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Verbindungskörper (9) einen Stiel (9a) aus elastischem leitenden Material und an dessen entgegengesetzten Enden befestigte Verbindungsflächenscheiben (9b, 9b') aufweist.
3. Verbindungssystem nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Stiel (9a) des elastischen Verbindungssystems zur Absorption und Dämpfung der zwischen den Anschlußteilen (4, 7) entwickelten Dehnung dient.

81-A5831-02)-TF

X

4. Verbindungssystem nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Höhe des Stiels (9a) zur Absorption und  
Dämpfung der zwischen den Anschlußteilen (4, 7) ent-  
wickelten Dehnung gesteuert wird.

5. Verbindungssystem nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Form des Stiels (9a) zur Absorption und  
Dämpfung der zwischen den Anschlußteilen (4, 7) ent-  
wickelten Dehnung gesteuert wird.

6. Verbindungssystem nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Form des Stiels (9a) zylindrisch ist.

7. Verbindungssystem nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Form des Stiels (9a) hohlzylindrisch ist.

8. Verbindungssystem nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Form des Stiels (9a) die eines Quadratstabes  
ist.

9. Verbindungssystem nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Stiel (9a) zur Absorption und Dämpfung der  
zwischen den Anschlußteilen (4, 7) entwickelten  
Dehnung innerhalb des elastischen Bereichs seines  
Materials dient.

X

27.07.81

- 3 -

10. Verbindungssystem nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Material des Stiels (9a) kalt gezogener Kupferdraht ist.

11. Verbindungssystem nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Material des Stiels (9a) eine Kupferbasis-BeCu- oder -CuP-Legierungszusammensetzung ist.

12. Verbindungssystem nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Material des Stiels (9a) Aluminium ist.

13. Verbindungssystem nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Material des Stiels (9a) eine Aluminiumbasis-AlCuMg-Zusammensetzung mit 1,5 bis 6 Gew. % Cu ist.

14. Verfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Material des Stiels (9a) Gold ist.

15. Verfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Material des Stiels (9a) eine Goldbasislegierungszusammensetzung mit 0,2 bis 2 Gew. % Si ist.

16. Verbindungssystem nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Material des Stiels (9a) eine Goldbasislegierungszusammensetzung mit 0,2 bis 2 Gew. % Ge ist.

**X**

17. Verbindungssystem nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Material des Stiels (9a) Nickel ist.

18. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungssystems nach einem der Ansprüche 1 bis 17,  
gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- (a) Einbetten eines Stielmetalldrahtes (11) in einem Lotblock (12),
- (b) Schneiden und Polieren des Lotblocks (12) zu einer bestimmten Höhe,
- (c) selektives Ätzen des geschnittenen und polierten Lotblocks (12) zwecks Freilegen der Enden des Stielmetalldrahtteils (13) auf eine bestimmte Länge,
- (d) Bilden eines Photoresistfilms (15) in bestimmtem Muster auf dem geätzten Lotblock (12),
- (e) elektrolytische Abscheidung einer Metallschicht (16) auf dem Lotblock (12) entsprechend dem Muster des Photoresistfilms (15),
- (f) Dampfabscheidung einer Lotschicht (17) auf der gesamten Oberfläche des Lotblocks (12),
- (g) Bilden eines Photoresistfilms (18) in bestimmtem Muster auf der dampfabgeschiedenen Lotschicht (17),
- (h) Ätzen der dampfabgeschiedenen Lotschicht (17),
- (i) Entfernen des Photoresistfilms (18),
- (j) elektrolytische Abscheidung einer Lotschicht (19) unter Verwendung der dampfabgeschiedenen Lotschicht (17) als Elektrode,

270701

- 5 -

- (k) Entfernen des Photoresistfilms (15),
- (l) Schmelzen und Entfernen des Lotblocks (12),
- (m) Montieren eines Verdrahtungssubstrats (8),  
eines elastischen Verbindungskörpers (9) und  
eines Halbleiterplättchens (1) in passender  
Relativlage und
- (n) Erhitzen, Umschmelzen und Waschen der montierten  
Baugruppe.

19. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungs-  
systems mit einer Halbleiteranordnung, einem Substrat  
und Verbindungskörpern zur elektrischen Verbindung der  
Halbleiteranordnung mit dem Substrat,  
g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Schritte:

- (a) Einbetten einer Mehrzahl von Leiterdrähten (9a)  
in einem Lotblock (12) mit zwei gegenüberliegenden  
Oberflächen,
- (b) Freilegen der entgegengesetzten Enden jedes der  
Leiterdrähte (9a) an den gegenüberliegenden Lot-  
blockoberflächen auf eine bestimmte Länge,
- (c) Bilden eines Metallverbindungsflächenteils (9b, 9b'),  
das jedes Ende der Leiterdrähte (9a,) an den Ober-  
flächen derart umgibt, daß jedes Ende der Leiter-  
drähte (9a) in der Mitte des zugehörigen Metall-  
verbindungsflächenteils (9b, 9b') ist und als Stiel (9a)  
jedes Verbindungskörpers (9) dient,
- (d) Schmelzen und Entfernen des Lotblocks (12) zur Bil-  
dung der Verbindungskörper (9) und

**X**

27.07.81

- 6 -

- (e) Einsetzen der Verbindungskörper (9) zwischen der Halbleiteranordnung (1) und dem Substrat (8) zum elektrischen Verbinden und Befestigen derselben miteinander durch die an den entgegengesetzten Enden jedes der Leiterdrähte (9a) vorgesehenen Metallverbindungsoberflächenteile (9b, 9b').

20. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelzpunkte der in den einzelnen Verfahrensschritten verwendeten Lote der folgenden Bedingungen genügen:

Schmelzpunkt des Lots im Schritt (a) <  
Schmelzpunkt des Lots im Schritt (f)  $\leq$   
Schmelzpunkt des Lots im Schritt (j).

**X**

HITACHI, LTD., Tokyo,  
Japan

---

Verbindungssystem einer Halbleiteranordnung und Ver-  
fahren zu dessen Herstellung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Kippplättchen-Verbindungssystem für eine Halbleiteranordnung und ein Verdrahtungssubstrat und auf ein Verfahren zu dessen Herstellung, insbesondere auf ein Verbindungssystem mit einer langen Wärmedauerfestigkeits-Lebensdauer.

Bei einem bekannten Kippplättchen-Verbindungssystem für ein Verdrahtungssubstrat und eine Halbleiteranordnung, wie es in der Schnittdarstellung in Fig. 1 gezeigt ist, werden ein Siliziumplättchen 1 und ein Verdrahtungssubstrat (im folgenden einfach als Substrat bezeichnet) 8 durch ein Weichlot 5 verbunden. Eine Sperre<sup>6</sup> zum Verhindern des Abfließens des Verbindungslots 5

X



beim Schmelzen ist auf einem Anschlußteil eines Leiters 7 gebildet, der auf dem Substrat 8 (das in den meisten Fällen ein Aluminiumoxid-( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )substrat ist) angebracht ist, um den Schmelzbereich des Lots 5 auf dem Leiter 7 zu steuern. Ein anderer Leiter 2 der Halbleiteranordnung (die eine integrierte Schaltung oder ein LSI-Plättchen sein kann) 1 wird elektrisch mit einem Anschlußteil des Leiters 7 durch das Lot 5 verbunden. Eine Sperre 3 ist auf dem Anschlußteil der Halbleiteranordnung zur Steuerung des Benetzungsbereichs des Lots 5 gebildet. Ein metallisches Dünnschichtverbindungsstück 4 ist ebenfalls auf dem Halbleiteranordnungs-Anschlußteil vorgesehen, um die Benetzbarkeit des Lots 5 zu verbessern (US-PS 3 458 925).

Das verwendete Lotmaterial kann eine hohen Prozentsatz an Blei enthaltende Zusammensetzung (z. B. 95 Gew. % Pb - 5 Gew. % Sn) hauptsächlich deshalb sein, weil es erforderlich ist, durch die Weichheit des Lots 5 Wärmespannung zu verringern und zu absorbieren, die durch eine Fehlanpassung des Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen der Halbleiteranordnung 1 und dem Substrat 8 verursacht wird, wenn das ganze, die Halbleiteranordnung 1 und das Substrat 8 umfassende System ein- und ausgeschaltet wird.

Es war von der Beobachtung des Verhaltens der Wärmespannung, die am Lot 5 durch die wiederholte Einschaltung eines elektronischen Schaltkreises der Halbleiteranordnung entwickelt wird, eine Hysterese bekannt, die einer Spannungs-Dehnungs-Charakteristik mit

**X**

27.07.61

- 9 -

plastischer Verformung folgt, wie sie in Fig. 2 veranschaulicht ist. Die Art des Verhaltens wird durch die in Fig. 2 dargestellte Spannungs-Dehnungs-Charakteristik offenbar. Da die Spannungs-Dehnungs-Zyklen wiederholt werden und dabei in den plastischen Bereich des Lots gelangen, wird eine einer durch die Hysteresekurve eingeschlossenen Fläche entsprechende

Verbindungssystems nach Fig. 1 oder eine Auswahl des Lotmaterials (weicherer Lotmaterial) erörtert.

Jedoch ist es, auch wenn die optimale Form theoretisch bestimmt werden kann, ein sehr schwieriges Problem für die Durchführung eines Herstellungsverfahrens, die Form, die einzig durch eine natürliche Erscheinung, wie die Oberflächenspannung des Lotmaterials und die Schwerkraft des Lots, bestimmt wird, künstlich zu verändern.

Was die Auswahl des Lotmaterials betrifft, ist, da ein Indium (In) enthaltendes Lotmaterial, das hinsichtlich seiner Weichheit am brauchbarsten ist, ein ernstliches Problem der Korrosionsbeständigkeit herbeiführt, dessen Verwendung auf ein besonderes Anwendungsgebiet (z. B. hermetische Abschirmung) beschränkt. Außerdem bricht, da der Versuch, die Wärmedauerfestigkeits-Lebensdauer unter Ausnutzung der Weichheit des Lotmaterials zu verbessern, vom plastischen Bereich bei den Spannungs-Dehnungs-Eigenschaften Gebrauch macht, das Material unvermeidlich nach einer bestimmten Anzahl von Zyklen (die angenähert einige Tausende bis zu einigen Zehntausenden von Zyklen in Abhängigkeit von der Form der Anordnung und den Verwendungsbedingungen beträgt).

Bei Versuchen zur Überwindung der obigen Probleme wurde ein Strahlzuleitungsverfahren oder ein Schichtträgerverfahren bekannt, bei dem ein Anschlußdraht einer dünnen Folie von einer Elektrode des Plättchens der integrierten Schaltung herausgeführt wird, um die

**X**

Wärmespannung durch die Dicke und die Länge der Folie zu verringern. Das Schichtträgerverfahren ist hinsichtlich der hohen Massenproduktivität durch die Automatisierung des Herstellverfahrens besonders brauchbar, doch ist es dem Kippplättchen-Verbindungsverfahren hinsichtlich der Miniaturisierung und hohen Dichte unterlegen, da es eine besetzte Fläche erfordert, die mehrfach so groß wie die Plättchenfläche ist, um die Zuführung vom Plättchen herauszuführen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kippplättchen-Verbindungssystem einer Halbleiteranordnung zu entwickeln, das die Wärmedauerfestigkeits-Lebensdauer merklich erhöht, und ein Verfahren zur Herstellung eines Kippplättchen-Verbindungssystems einer Halbleiteranordnung anzugeben, das ebenfalls eine merkliche Steigerung der Wärmedauerfestigkeits-Lebensdauer ermöglicht.

Das Wesen der Erfindung beruht auf einem Kippplättchen-Verbindungssystem einer Halbleiteranordnung und eines Herstellverfahrens hierfür, wonach ein Substrat und eine Halbleiteranordnung durch ein elastisches Stützsystem verbunden werden und die Wärmespannung grundsätzlich im elastischen Bereich desselben statt im plastischen Bereich absorbiert wird.

Gegenstand der Erfindung, womit die genannte Aufgabe gelöst wird, ist daher ein Verbindungssystem für eine Halbleiteranordnung mit einem Verbindungskörper zum elektrischen Verbinden eines Leiters auf der Halb-

X

leiteranordnung und eines Leiters auf einem Substrat an Anschlußteilen an bestimmten Stellen auf den Leitern, mit dem Kennzeichen, daß der Verbindungskörper zur Absorption und Dämpfung einer zwischen den Anschlußteilen entwickelten Dehnung dient.

Ausgestaltungen dieses Verbindungssystems sind in den Unteransprüchen 2 bis 17 gekennzeichnet.

Gegenstand der Erfindung ist außerdem ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Verbindungssystem, das durch folgende Schritte gekennzeichnet ist:

- (a) Einbetten eines Stielmetalldrahtes in einem Lotblock,
- (b) Schneiden und Polieren des Lotblocks zu einer bestimmten Höhe,
- (c) selektives Ätzen des geschnittenen und polierten Lotblocks zwecks Freilegens der Enden des Stielmetalldrahtteils auf eine bestimmte Länge,
- (d) Bilden eines Photoresistfilms in bestimmtem Muster auf dem geätzten Lotblock,
- (e) elektrolytische Abscheidung einer Metallschicht auf dem Lotblock entsprechend dem Muster des Photoresistfilms,
- (f) Dampfabscheidung einer Lotschicht auf der gesamten Oberfläche des Lotblocks,
- (g) Bilden eines Photoresistfilms in bestimmtem Muster auf der dampfabgeschiedenen Lotschicht,



- 13 -

- (h) Ätzen der dampfabgeschiedenen Lotschicht,
- (i) Entfernen des Photoresistfilms,
- (j) elektrolytische Abscheidung einer Lotschicht unter Verwendung der dampfabgeschiedenen Lotschicht als Elektrode,
- (k) Entfernen des Photoresistfilms,
- (l) Schmelzen und Entfernen des Lotblocks,
- (m) Montieren eines Verdrahtungssubstrats, eines elastischen Verbindungskörpers und eines Halbleiterplättchens in passender Relativlage und
- (n) Erhitzen, Umschmelzen und Wenden der montierten Baugruppe.

Gegenstand der Erfindung ist weiter ein Verfahren zur Herstellung eines Verbindungssystems mit einer Halbleiteranordnung, einem Substrat und Verbindungskörpern zur elektrischen Verbindung der Halbleiteranordnung mit dem Substrat, das durch folgende Schritte gekennzeichnet ist:

- (a) Einbetten einer Mehrzahl von Leiterdrähten in einem Lotblock mit zwei gegenüberliegenden Oberflächen,
- (b) Freilegen der entgegengesetzten Enden jedes der Leiterdrähte an den gegenüberliegenden Lotblockoberflächen auf eine bestimmte Länge,
- (c) Bilden eines Metallverbindungsflächenteils, das jedes Ende der Leiterdrähte an den Oberflächen derart umgibt, daß jedes Ende der Leiter-

X

27.07.01

- 14 -

drähte in der Mitte des zugehörigen Metallverbindungsflächenteils ist und als Stiel jedes Verbindungskörpers dient,

- (d) Schmelzen und Entfernen des Lotblocks zur Bildung der Verbindungskörper und
- (e) Einsetzen der Verbindungskörper zwischen der Halbleiteranordnung und dem Substrat zum elektrischen Verbinden und Befestigen derselben miteinander durch die an den entgegengesetzten Enden jedes der Leiterdrähte vorgesehenen Metallverbindungsoberflächenteile.

Eine Ausgestaltung des erst zitierten Verfahrens sieht vor, daß die Schmelzpunkte der in den einzelnen Verfahrensschritten verwendeten Lote der folgenden Bedingung genügen:

Schmelzpunkt des Lots im Schritt (a) <  
Schmelzpunkt des Lots im Schritt (f) ≅  
Schmelzpunkt des Lots im Schritt (j).

Die Erfindung wird anhand der in der Zeichnung veranschaulichten Ausführungsbeispiele näher erläutert; darin zeigen:

Fig. 1 eine vergrößerte Schnittdarstellung eines Verbindungspunktes eines bekannten Kippplättchen-Verbindungssystems;

**X**

27.07.81

- 15 -

Fig. 2 ein schematisches Diagramm der Spannungs-Dehnungs-Charakteristik zur qualitativen Veranschaulichung einer Wärmedauerfestigkeitserscheinung des bekannten Kippplättchen-Verbindungssystems ;

Fig. 3A eine vergrößerte Schnittdarstellung eines Verbindungspunktes eines Kippplättchen-Verbindungssystems einer Halbleiteranordnung nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3B eine Perspektivdarstellung eines elastischen Verbindungskörpers, der ein wesentlicher Teil des Ausführungsbeispiels der Erfindung ist;

Fig. 4 ein Diagramm der Spannungs-Dehnungs-Charakteristik zur qualitativen Veranschaulichung des Mechanismus' zur Absorption und Entspannung einer Wärmedauerfestigkeitserscheinung des Kippplättchen-Verbindungssystems gemäß der Erfindung; und

Fig. 5 (1a) bis 5 (14a) und 5 (1b) bis 5 (12b) einen Arbeitsplan für ein Verfahren zur Herstellung des Kippplättchen-Verbindungssystems der Halbleiteranordnung nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Zunächst wird kurz das technische Konzept der Erfindung erklärt, und dann werden die bevorzugten Ausführungsbeispiele anhand der Figuren erläutert.

Fig. 3A zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung eines Kippplättchen-Verbindungssystems einer Halbleiter-

**X**



27.07.81

- 16 -

anordnung nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, und Fig. 3B zeigt eine Perspektivdarstellung eines elastischen Verbindungskörpers 9, der ein Hauptteil der Erfindung ist und zwischen den Anschlußteilen eines Substratverdrahtungs-Leiterstreifens 7 und eines Plättchenverdrahtungs-Leiterstreifens 2 gehalten und durch Lot in seiner Lage befestigt wird. Gleiche Bezugsziffern wie die in Fig. 1 gezeigten bezeichnen gleiche Teile.

Der elastische Verbindungskörper 9 in diesem Ausführungsbeispiel nimmt die Stelle des in Fig. 1 gezeigten Lots 5 ein. Kurz gesagt, hat der elastische Verbindungskörper 9 Lotscheiben 9b und 9b', die als Verbindungsflächenteile dienen und zwischen denen ein elastischer Stiel 9a eingefügt ist. Die Lotscheiben 9b und 9b' sind durch dünne Lotschichten 5' mit dem Substratanschlußteil 7 und dem Plättchenanschlußteil 4 verlötet und verbunden.

Die dünne Lotschicht 5' wird aus folgendem Grund verwendet. Wenn die Dicke des Lotmaterials dünner als 0,1 mm ist, wird das Lotmaterial durch Matrixmaterialien der gegenüberliegenden Lotscheiben fixiert, so daß es eine hohe mechanische Festigkeit hat. Als Ergebnis trägt das Lot nicht zur Ermüdungsverformung bei, und die Verformung des Verbindungssystems erfolgt nur im Stiel 9a des elastischen Verbindungskörpers 9. Daher kann die Dauerfestigkeitslebensdauer dieses Teils als die Dauerfestigkeitslebensdauer des elastischen Verbindungskörpers 9 betrachtet werden.

**X**

27.07.61

- 17 -

Andererseits wird der elastische Verbindungskörper 9 einer Scherbeanspruchung unterworfen, die der Länge (Höhe) des Stiels 9a umgekehrt proportional ist. Demgemäß ist, um die Scherbeanspruchung für eine gegebene Wärmespannung zu verringern, eine größere Länge vorzuziehen. Da der der Scherbeanspruchung unterworfenen elastischen Verbindungskörper 9 wiederholt einer Biegeverformung ausgesetzt wird, wirkt eine maximale Zugspannung, die im wesentlichen der Querschnittsfläche des Stiels 9a (von veränderlicher Größe je nach der Form der Querschnittsfläche) proportional ist, auf die Oberfläche des Stiels 9a ein. Daher bevorzugt man eine geringere Querschnittsfläche des Stiels 9a des elastischen Verbindungskörpers 9, solange er das Gewicht des Plättchens halten kann.

Im Fall der dargestellten Form ist die Spannungs-Dehnungs-Charakteristik linear, wie in Fig. 4 gezeigt ist, d.h. die auf den Stiel 9a des elastischen Verbindungskörpers 9 einwirkende Scherbeanspruchung liegt innerhalb des elastischen Verformungsbereichs des Stielmaterials. So führt die Verformung infolge des Wärmezyklus nicht zu einer Hystereseschleife, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist, und es wird keine innere Energie im elastischen Verbindungskörper 9 gespeichert, sondern die Dauerfestigkeitslebensdauer wird primär durch die Biegefestigkeitslebensdauer bei der elastischen Verformung des Stiels 9a bestimmt.

Das Verbindungssystem der Halbleiteranordnung und das Verfahren zur Herstellung desselben gemäß der Erfindung werden nun erläutert.

**X**

3125500  
27.07.81

Fig. 3A zeigt die vergrößerte Schnittdarstellung des Verbindungssystems der Halbleiteranordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bei diesem Ausführungsbeispiel werden Beispiele 1, 2 und 3 gezeigt, die verschiedene Höhen einschließlich des Stiels 9a des elastischen Verbindungskörpers 9 (als Körperhöhen bezeichnet) aufweisen. Die Formen und die Abmessungen der anderen Teile sind ebenfalls im folgenden angegeben:

Beispiel 1: Körperhöhe 300  $\mu\text{m}$

Beispiel 2: Körperhöhe 500  $\mu\text{m}$

Beispiel 3: Körperhöhe 700  $\mu\text{m}$

Formen und Abmessungen anderer Teile:

Plättchenverdrahtungs-Leiterstreifen 2: Aluminiumaufdampfung von 100 nm (Dicke)

Plättchensperre 3:  $\text{SiO}_2$  Aufdampfung

Metall des Schichtverbindungsstücks 4: Cr - Cu - Au-Aufdampfung

Lot 5': 90 Gew. % Pb - 10 Gew. % Sn

Substratsperre 6: Dickschichtglas (Bi-System)

Substratleiterstreifen 7: Dickschicht - Cu-Leiter

Substrat 8: Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

elastischer Verbindungskörper 9:

Stiel 9a aus kaltgezogenem Kupferdraht: 40  $\mu\text{m}$  Durchmesser

Lotscheiben 9b, 9b': 150  $\mu\text{m}$  Durchmesser

Körperhöhe: oben angegeben

X

Siliziumplättchen 1: 5 mm Quadrat

Maximaler Punkt-zu-Punkt-Abstand  
(maximale Entfernung zwischen  
Anschlußteilen: diagonaler Ab-  
stand zwischen Anschlußteilen):  
6,7  $\mu\text{m}$

Die Scherbeanspruchungsverformung in einem Beschleunigungsversuch ist im Durchschnitt nicht mehr als 10  $\mu\text{m}$  bei einer Minimaltemperatur von  $-50^{\circ}\text{C}$  und einer Maximaltemperatur von  $+150^{\circ}\text{C}$ . Sie ist nicht mehr als 1 % je Punkt an einer Seite, wenn die Höhe 500  $\mu\text{m}$  ist.

Andererseits wurde als Vergleichsbeispiel ein bekanntes Kippplättchen-Verbindungssystem mit nur dem Lot, wie in Fig. 1 gezeigt und wie es üblicherweise verwendet wurde, hergestellt. Die Verbindungshöhe, (die im wesentlichen gleich einer Punkthöhe ist) ist 100  $\mu\text{m}$ , das Lotmaterial ist 95 Gew. % Pb - 5 Gew. % Sn, und die anderen Formen und Abmessungen sind denen der vorstehenden Beispiele gleich.

Die so hergestellten Plättchenproben wurden in einer Wärmeschock-Prüfkammer von  $-50^{\circ}\text{C} \leftrightarrow +150^{\circ}\text{C}$  in einem Zyklus geprüft, der 30 min bei höherer Temperatur und 30 min bei niedrigerer Temperatur umfaßte. Der Ausfall wurde durch Erfassen eines Punktes bestimmt, bei dem der elektrische Widerstand des Anschlußpunktes gegenüber dem Ausgangswert/schroff ansteigt. Die Versuchsergebnisse der Lebensdauer der Verbindungssysteme der Beispiele 1 bis 3 und des Vergleichsbeispiels sind in der folgenden Tabelle angegeben.

X

Probe	Zahl der Proben	Zahl der Zyklen bis 50 % Ausfall	Bemerkungen
Beispiel 1	50	1096	Körperhöhe: 300 / $\mu$ m
Beispiel 2	50	2120	Körperhöhe: 500 / $\mu$ m
Beispiel 3	50	4562	Körperhöhe: 700 / $\mu$ m
Vergleichs- beispiel	50	1205	Lothöhe: 100 / $\mu$ m



Das Beispiel 1 hat die Höhe von 300  $\mu$ m und im wesentlichen die gleiche Lebensdauer wie die des bekannten Systems. Wenn die Höhe 700  $\mu$ m ist, erhöht sich die Lebensdauer um einen Faktor von 3 bis 4. Die Körperhöhe gemäß der Erfindung kann verhältnismäßig frei gesteuert werden, und wenn die Körperhöhe angenähert 1 mm ist, erhöht sich die Lebensdauer um eine Größenordnung oder mehr.

Während sich die Lebensdauer von Beispiel 1 bis 3 um den Faktor von 3 bis 4 erhöht, läßt sich die Lebensdauer durch Steigern der Körperhöhe oder Verwenden eines Materials mit hohem Elastizitätsmodul und hoher Dauerfestigkeit oder eines Polymermaterials mit elektrischer Leitfähigkeit weiter erhöhen. Ein Material mit einer verhältnismäßig kurzen Biegedauerfestigkeitslebensdauer, wie z. B. weiches Kupfer (im folgenden einfach als Kupfer bezeichnet), hat eine Dauerfestigkeits<sup>lebensdauer</sup> in der Größenordnung von  $10^5$  Zyklen, die 10 bis 30 Male so lang wie die Lebensdauer des Lotmaterials ist. Dementsprechend kann man durch Verwendung des Verbindungssystems gemäß der Erfindung, das wiederholt im elastischen Verformungsbereich verformt wird, die Wärmedauerfestigkeitslebensdauer erheblich verbessern. Die obere Grenze der Körperhöhe ist 1,5 mm, da eine Abweichung von der Linearität bei der Fertigung, die von der Höhe des Stiels 9a abhängt, die Lageeinstellung schwierig macht, was es erschwert, die Lotverbindungen des elastischen Verbindungskörpers sowie des Substratanschlußteils und des Plättchenanschlußteils gleichmäßig zu erhitzen. Die Form des Stiels kann Stangenform, ein hohler Zylinder oder eine

**X**

dünne Platte sein. Es ist ein wichtiges Merkmal der Erfindung, daß das Material nicht kritisch ist, vorausgesetzt, daß mit ihm ein elastischer Verbindungskörper erhalten wird.

Ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung des Verbindungssystems der Halbleiteranordnung gemäß der Erfindung wird nun erläutert.

Die Fig. 5 (1a) bis 5 (14a) und 5 (1b) bis 5 (12b) zeigen einen Arbeitsplan der Schritte des Herstellungsverfahrens des Verbindungssystems der Halbleiteranordnung nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Im Arbeitsplan zeigt die linke Spalte die Schrittzahlen und Beschreibungen der Schritte, die mittlere Spalte zeigt vergrößerte Schnittdarstellungen des Verbindungssystems der Erfindung im Lauf der einzelnen Schritte, und die rechte Spalte zeigt Aufsichten des Verbindungssystems gemäß der Erfindung in den einzelnen in der mittleren Spalte gezeigten Schritten.

Das vorliegende Ausführungsbeispiel bezieht sich auf eine integrierte Schaltung für eine elektronische Kraftfahrzeugschaltung mit einem Plättchen mit (nicht völlig gezeigten) 16 Stiften, die auf einem keramischen Verdrahtungssubstrat (25 mm x 40 mm) montiert sind. Die elastischen Verbindungssysteme der Erfindung werden an den 16 Verbindungspunkten gebildet. Das Verfahren wird nun in der Reihenfolge der Schritte erläutert.

**X**

Der Schritt 1 ist ein Drahteinbettungsschritt für den Stiel 9a. In Fig. 5 (1a) erkennt man einen Lotblock 12 niedrigen Schmelzpunkts aus Sn-Pb-Bi mit einem Schmelzpunkt von 140 - 150 °C, einen Draht 11 für den Stiel 9a (mit einem Durchmesser von 0,02 - 0,05 mm, insbesondere 0,04 mm für die obigen Beispiele 1, 2 und 3), der ein Sn-beschichteter Kupferdraht sein kann, der spannungsvergütet wurde, und einen Rahmen 14 aus nichtrostendem Stahl zum Formen des Lotblocks 12 niedrigen Schmelzpunkts. Die Höhe des Rahmens 14 ist einstellbar. Man erkennt außerdem ein Papier 10 von 0,3 mm Dicke, das zwischen dem nichtrostenden Stahlrahmen 14 und einem anderen Rahmen gehalten wird. Wenn der Lotblock 12 niedrigen Schmelzpunkts durch ein Schneidgerät geschnitten wird, wird das Papier 10 durchgeschnitten, ohne den harten rostfreien Stahlrahmen 14 zu schneiden. Fig. 5 (1b) zeigt eine Aufsicht entsprechend Fig. 5 (1a). Die Dicke des Schneidmessers war 0,2 mm.

Im Schritt 2 wird der Lotblock 12 niedrigen Schmelzpunkts, der im Schritt 1 mit dem Rahmen 14 gebildet ist, längs einer Ebene des Papiers 10 geschnitten, und die Schnittflächen werden zur Höhe des rostfreien Stahlrahmens 14 poliert. Nach dem Polieren werden sie einer Ultraschallwellenwäsche unterworfen. In diesem Schritt wird die Höhe des Drahtteils 13 (Höhe des Stiels 9a) bestimmt. Das Schneidmesser kann die Dicke von 0,2 mm haben. Fig. 5 (2a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des Aufbaus des polierten Lotblocks 12 niedrigen Schmelzpunkts, der aus dem Rahmen 14 herausgenommen wurde, und der Drahtteile 13, die anschließend

**X**



als Stiele 9a verwendet werden, und Fig. 5 (2b) zeigt eine Aufsicht davon.

Der Schritt 3 ist ein Kopfbildungsschritt für den Drahtteil 13, der auf eine bestimmte Höhe eingestellt wurde. In diesem Schritt wird nur das Lot 12 niedrigen Schmelzpunkts selektiv durch ein bekanntes Borflußsäure-(HBF<sub>3</sub>)-Ätzmittel bei Raumtemperatur um ungefähr 10  $\mu$ m abgeätzt. Nach dem Ätzen wird gewaschen und getrocknet. Fig. 5 (3a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des Lotblocks 12 niedrigen Schmelzpunkts, der in diesem Schritt durch Ätzen bearbeitet wurde, und Fig. 5 (3b) zeigt eine Aufsicht davon.

Im Schritt 4 wird ein bekannter Photoresistfilm (A) 15 auf den Lotblock 12 niedrigen Schmelzpunkts in einem vorbestimmten Muster aufgebracht. Der verwendete Photoresistfilm (A) 15 ist ein gut bekannter negativer Photoresistfilm, der gegenüber einer im nächsten Schritt 5 verwendeten sauren Lösung hochgradig widerstandsfähig ist. Fig. 5 (4a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung davon, und Fig. 5 (4b) zeigt eine Aufsicht davon. Das Muster auf der Oberseite definiert Kreisfenster für die Kupferlötplatten oder -scheiben 9b und 9b', die als die im nächsten Schritt 5 gebildeten Verbindungsflächenscheiben dienen und deren Mittelpunkte an den Drahtteilen 13 als Stielen 9a liegen.

Im Schritt 5 werden die Kupferlôtscheiben 9b und 9b' zum mechanischen Kontakt mit den Stielen 9a nach einem bekannten elektrolytischen Verkupferungsverfahren gebildet.

**X**

In diesem Schritt wird das elektrolytische Beschichtungsverfahren angewandt, um metallisches Kupfer nur auf den Metallelektroden (Kreisfenster des Lotblocks 12) abzuscheiden. In diesem Ausführungsbeispiel wird Kupfer aus einem bekannten <sup>Kupfer</sup>pyrophosphat-Verkupferungsbad bei einer Badtemperatur von 55 °C und einer Stromdichte von 3A/dm<sup>2</sup> bis zu einer Abscheidedicke von 10 µm abgeschieden. In diesem Schritt wurden die Köpfe der Stieldrahtteile 13 (Sn-beschichtete Kupferdrähte), die im Schritt 4 vorragten, in der abgeschiedenen Kupferschicht 16 eingebettet. Fig. 5 (5a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung davon, und Fig. 5 (5b) zeigt eine Aufsicht davon. Man erkennt den Photoresistfilm (A) 15 und die mit 16 bezeichneten Kupferlotscheiben 9b und 9b', die in diesem Schritt gebildet wurden. Anschließend wird gewaschen und getrocknet.

Im Schritt 6 wird Zinn-(Sn)Material durch ein bekanntes Dampfabscheidungsverfahren auf der gesamten, in der Aufsicht in Fig. 5 (5b) gezeigten, im vorigen Schritt 5 gebildeten Oberfläche zur Verwendung als Elektrode in einem folgenden Schritt gebildet. Die dünne Sn-Schicht 17 mit einer Dicke von angenähert 100 nm wird ohne Erhitzen des Substrats dampfabgeschieden. Fig. 5 (6a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des Lotblocks 12 niedrigen Schmelzpunkts, der mit der dünnen Sn-Schicht 17 bedeckt ist, und Fig. 5 (6b) zeigt eine Aufsicht davon.

Im Schritt 7 wird ein Photoresistfilm (B) 18 eines vorbestimmten Musters auf der Oberfläche der im Schritt 6 gebildeten dünnen Sn-Schicht 17 gebildet. Der

**X**

Photoresistfilm (B) 18 des vorbestimmten Musters wird als Maske zum Ätzen der dünnen Sn-Schicht 17 im nächsten Schritt 8 verwendet. In diesem Ausführungsbeispiel ist es ein positiver Resistfilm. Fig. 5 (7a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des Photoresistfilms (B) 18 des vorbestimmten Musters, der die im vorigen Schritt 6 gebildete dünne Sn-Schicht 17 bedeckt, und Fig. 5 (7b) zeigt eine Aufsicht davon. Die dünne Sn-Schicht 17 liegt in den Fenstern des Photoresistfilms (B) 18 frei.

Im Schritt 8 werden die Bereiche der dünnen Sn-Schicht 17, die in den Fenstern des Musters des im vorigen Schritt 7 gebildeten Photoresistfilms (B) 18 freiliegen, geätzt. In diesem Ausführungsbeispiel wird ein bekanntes  $\text{HBF}_4$ -Ätzmittel bei Raumtemperatur verwendet. Fig. 5 (8a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des erhaltenen Aufbaus, und Fig. 5 (8b) zeigt eine Aufsicht davon. In Fig. 5 (8b) liegt der im Schritt 5 gebildete Photoresistfilm (A) 15 frei.

Im Schritt 9 wird der im vorigen Schritt 8 verwendete Photoresistfilm (B) 18 entfernt. Durch diesen Schritt wird die dünne dampfabgeschiedene Sn-Schicht 17 mit vorbestimmtem Muster freigelegt. Da der darunterliegende und teilweise freiliegende negative Photoresistfilm (A) 15, der im Schritt 4 gebildet wurde, gegenüber dem Entfernungsbad für den Photoresistfilm (B) 18 beständig ist, wird er durch das Entfernungsbad für den Photoresistfilm (B) 18 nicht beschädigt, sondern bleibt

**X**

erhalten. Fig. 5 (9a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des erhaltenen Lotblocks 12 niedrigen Schmelzpunkts, und Fig. 5 (9b) zeigt eine Aufsicht davon. Es ist wichtig festzustellen, daß die dünne dampfabgeschiedene Sn-Schicht 17 die Kupferlötsscheiben 9b und 9b' in einem Gittermuster unter Aufrechterhaltung eines festen Abstandes dazwischen hält und verbindet. (Die Verbindungsteile der dünnen dampfabgeschiedenen Sn-Schicht 17 werden bei einem Umschmelzprozeß in einem folgenden Schritt 14 geschmolzen und durch Oberflächenspannung des Lots 17 getrennt, so daß die Verbindungsteile verschwinden.)

Im Schritt 10 wird eine Lotschicht 19 mit mehr Pb als das Lot mit 60 Gew. % Sn - 40 Gew. % Pb (im vorliegenden Beispiel eine Lotschicht mit 90 Gew. % Pb und 10 Gew. % Sn) durch ein elektrolytisches Abscheidungsverfahren aus einem bekannten  $\text{HBF}_4$ -Bad (bestehend aus Stannat, Blei,  $\text{HBF}_4$  und saurem Pepton) unter Verwendung der dünnen dampfabgeschiedenen Sn-Schicht 17 als Elektrode abgeschieden. Das elektrolytische Abscheidungsverfahren wird angewandt, um die Lotschicht 19 selektiv nur auf der Elektrodenfläche zu bilden. Fig. 5 (10a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des in diesem Schritt gebildeten Lotblocks 12 niedrigen Schmelzpunkts, und Fig. 5 (10b) zeigt eine Aufsicht davon. Man erkennt auch den im Schritt 4 gebildeten Photoresistfilm (A) 15 außer<sup>der</sup> in diesem Schritt gebildeten Lotschicht 19. In diesem Ausführungsbeispiel hat die Lotschicht 19 eine Dicke von etwa 15  $\mu\text{m}$ .

**X**

Im Schritt 11 wird der im Schritt 4 gebildete Photoresistfilm (A) 15 entfernt. Das verwendete Entfernungsmittel ist ein bekanntes Phenollösungsmittel. Nachdem das auf der Oberfläche zurückbleibende Lösungsmittel entfernt war, wurde der Aufbau getrocknet. Fig. 5 (11a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des erhaltenen Aufbaus, und Fig. 5 (11b) zeigt eine Aufsicht davon. Man erkennt den Lotblock 12 niedrigen Schmelzpunkts und die durch das elektrolytische Abscheideverfahren im Schritt 10 gebildete Lotschicht 19.

Im Schritt 12 wird der als Träger für den Verbindungskörper gemäß der Erfindung verwendete Lotblock 12 niedrigen Schmelzpunkts geschmolzen und entfernt. Der Lotblock 12 niedrigen Schmelzpunkts wird geschmolzen, abfließen gelassen und entfernt bei einer Temperatur von  $160 - 180^{\circ}\text{C}$ , die um  $20 - 30^{\circ}\text{C}$  höher als der Schmelzpunkt ( $140 - 150^{\circ}\text{C}$ ) des Lotblocks 12 ist. Fig. 5 (12a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des erhaltenen Aufbaus, und Fig. 5 (12b) zeigt eine Aufsicht davon. Wie man aus diesen Figuren ersieht, sind beim elastischen Verbindungskörper 9 gemäß der Erfindung (Drahtteil 13, Scheiben 17, 19) die Lotscheiben 9b und 9b' durch eine Doppellotschicht<sup>aus</sup> der dünnen dampf-abgeschiedenen Sn-Schicht 17 und der elektrolytisch abgeschiedenen Lotschicht 19 verbunden, um den vorbestimmten Aufbau zu bilden. Die im vorliegenden Ausführungsbeispiel betrachtete elektronische Kraftfahrzeugschaltungsanordnung hat ein Plättchen mit (nicht völlig gezeigten) 16 Stiften, die auf dem keramischen Substrat montiert sind, wie oben erläutert wurde. Der

**X**

Schritt 13 entspricht dem Montageschritt.

Nicht aktiviertes Kolophoniumflußmittel 20 wird auf die Verbindungsbereiche oder einen Anschlußteil (nicht dargestellt) auf dem Leiter 7 des keramischen Substrats 8 und den Verbindungsteil 4 auf einem anderen Anschlußteil auf dem Leiter 2 aufgebracht. Das Flußmittel kann auch ein schwachaktiviertes Kolophoniumflußmittel sein. Um das Halbleiteranordnungs-Verbindungssystem mit 16 elastischen Verbindungskörpern für jedes Plättchen, die in einer bestimmten Zuordnung angeordnet sind, zusammenzubauen, wird die Einheit mit 16 elastischen Verbindungskörpern auf dem Substrat 8 montiert, und das Plättchen 1 wird darauf in einer bestimmten Lagezuordnung dazu montiert. Fig. 5 (13a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung der montierten Baugruppe. Um eine zu komplizierte Darstellung zu vermeiden, sind die Sperre 6 auf dem Substrat 8 und die Sperre 3 auf dem Plättchen 1, die das Abfließen des Lotes nach außen verhindern, in Fig. 5 (13a) ausgelassen.

Der Schritt 14 ist ein Lotumschmelzschritt. Die Temperatur wird auf 40 - 50 °C höher als der Schmelzpunkt des Lotes, d. h. auf 340 °C für das 90 Pb-10 Sn-Lot eingestellt. Die elektrolytisch abgeschiedene Lotschicht 19 und die dampfabgeschiedene Lotschicht 17 werden geschmolzen, und das Lot an den Verbindungsstellen wird durch die Oberflächenspannung beseitigt. Die Benetzung des Lotes wird durch die (nicht dargestellten) Lotabfluß-Verhinderungssperren jeweils auf eine bestimmte Fläche begrenzt. Die Einheit wird dann abge-

**X**

kühlt und gewaschen, um das Verbindungssystem der elektronischen Schaltung gemäß dem Herstellungsverfahren dieses Ausführungsbeispiels zu vollenden. Fig. 5 (14a) zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung zur Veranschaulichung der Verbindung nach dem letzten Schritt des Herstellungsverfahrens gemäß der Erfindung. Man erkennt in Fig. 5 (14a) das Halbleiterplättchen 1, das keramische Substrat 8, die Stiele 9a und die Lotscheiben 9b und 9b'. Die Plättchensperre 3 und die Substratsperre 6 zum Verhindern des Abfließens der Lote sind in Fig. 5 (14a) ausgelassen.

Während im veranschaulichten Ausführungsbeispiel als Material für den Stiel 9a des elastischen Verbindungskörpers 9 und die Lotscheiben 9b und 9b' der Verbindungsteile Kupfer verwendet wird, brauchen diese Elemente nicht aus dem gleichen Material zu sein, sondern der Stiel 9a kann auch aus einem anderen Federmaterial bestehen. Beispielsweise kann der Stiel 9a aus Aluminium, Gold, Nickel, einer Kupferbasislegierung, wie z. B. BeCu oder CuP, einer Aluminiumbasis-AlCuMg-Legierung mit 1,5 bis 6 Gew. % Kupfer oder einer Goldbasislegierung mit 0,2 bis 2 Gew. % Silizium oder Germanium bestehen. Außerdem kann der Stiel 9a eine hohle zylindrische Stange oder eine Quadratquerschnittsstange sein. Während die Herstellung eines auf dem keramischen Substrat montierten Plättchens im dargestellten Ausführungsbeispiel des Herstellungsverfahrens gezeigt ist, kann auch ein Aufbau mit einer komplizierteren Anordnung der Verbindungssysteme hergestellt werden, indem man eine bestimmte Form durch die Anordnung der elastischen Verbindungskörper gemäß der Erfindung zwischen den Halbleiterplättchen und dem Substrat und die

**X**

Steifigkeit der Lotblöcke niedrigen Schmelzpunkts dazwischen zur Bestimmung der physischen Lagen beibehält. Beispielsweise ist die Erfindung auf eine elektronische Schaltung als Verbraucherprodukt anwendbar, bei der eine Anzahl von Halbleiterplättchen auf einem keramischen Substrat von 100 mm Quadratseite montiert wird.

Wie vorstehend beschrieben, verwendete die bekannte Technik zur Ausdehnung der Dauerfestigkeitslebensdauer unter Berücksichtigung des Wärmezyklus' beim Verbindungssystem der Halbleiteranordnung grundsätzlich die plastische Verformung (Weichheit) des Lotmaterials, während die Erfindung die Technik offenbart, die Dauerfestigkeitslebensdauer dadurch zu verlängern, daß man von der Tatsache Gebrauch macht, daß der Dauerbeanspruchungsschaden im elastischen Verformungsbereich des elastischen Materials gering ist, und

hierfür bevorzugte Ausführungsbeispiele zeigt. Die Erfindung lehrt außerdem die Technik, die Höhe des Stiels aus dem elastischen Material oder die Verbindung- oder Körperhöhe zu steuern, um eine maximale Lebensdauer im Rahmen der durch die elektronische Schaltung auferlegten Beschränkungen zu erreichen, so daß die Lebensdauer verbessert wird. Somit leistet die Erfindung einen großen Beitrag zum technischen Fortschritt auf dem Fachgebiet.

X



**FOOT PRINT**

-37-

**Nummer:** \_\_\_\_\_  
**Int. Cl.<sup>3</sup>:** \_\_\_\_\_  
**Anmeldetag:** \_\_\_\_\_  
**Offenlegungstag:** \_\_\_\_\_

**31 29 568**  
**H01 L 23/50**  
27. Juli 1981  
22. April 1982

FIG. 1

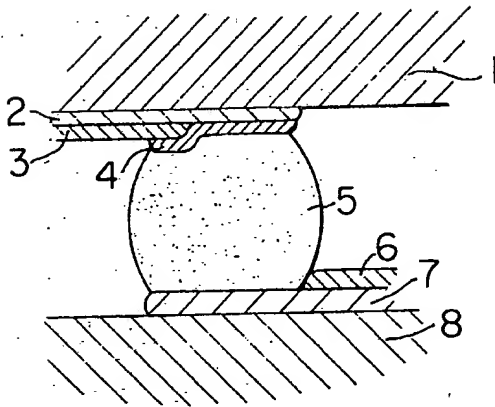


FIG. 2

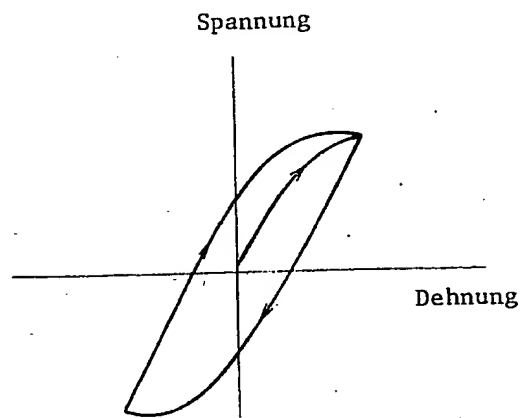


FIG. 3A

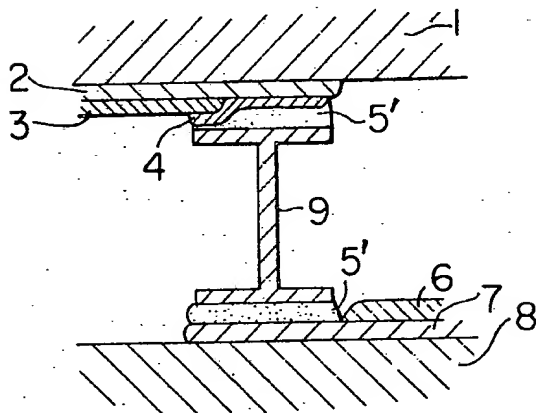


FIG. 3B

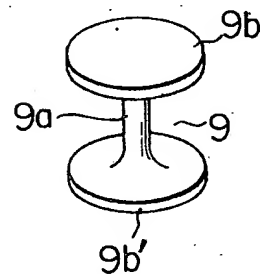
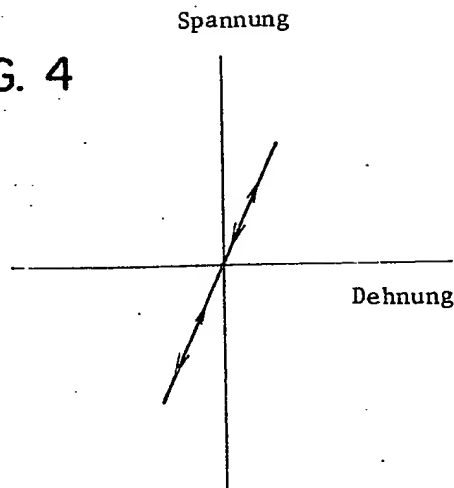
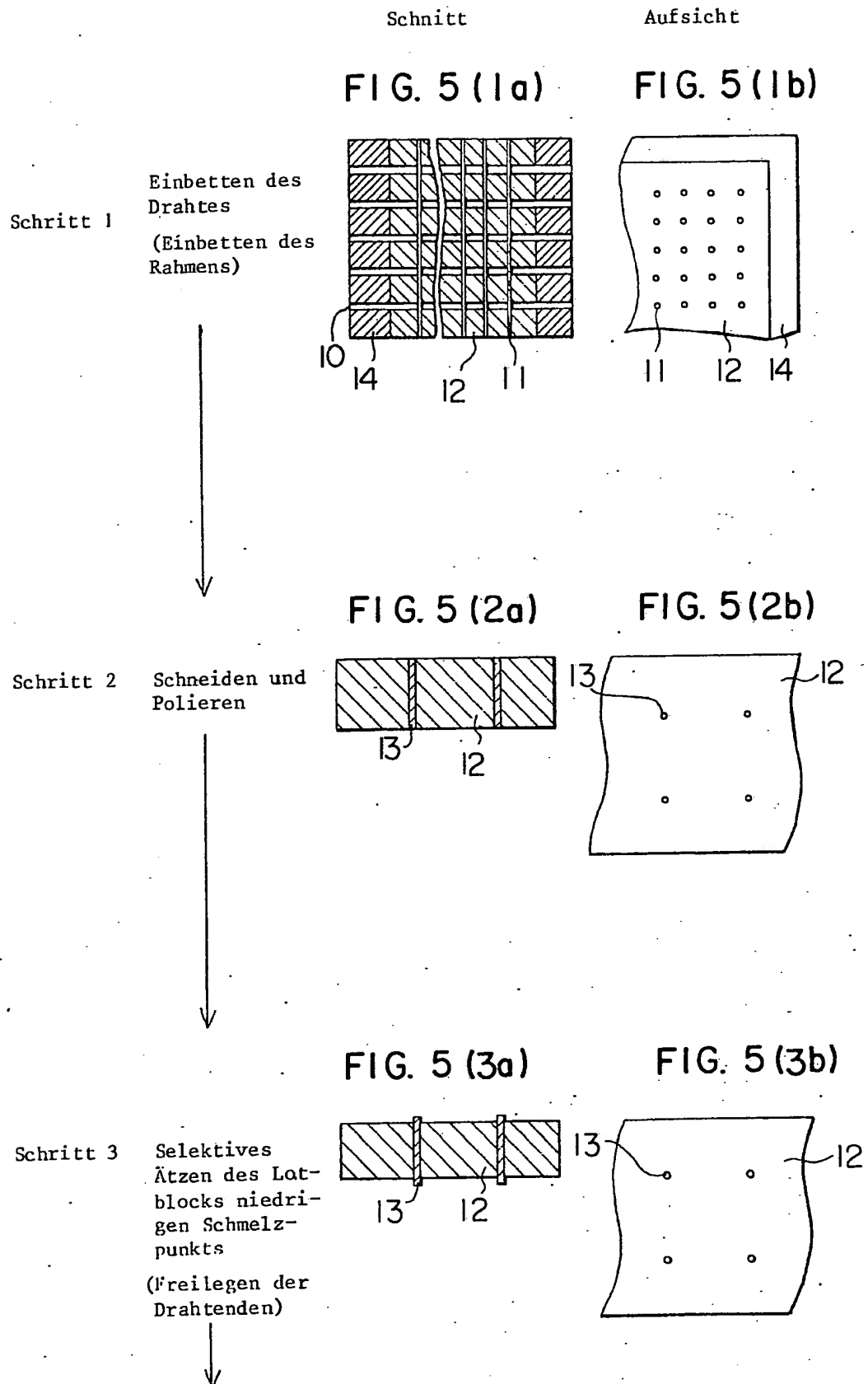


FIG. 4





3 129568  
20 10 11

Schritt 4 Aufbringen von Photoresist (A)

FIG. 5 (4a)

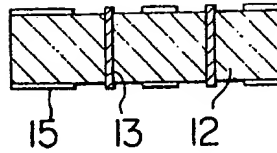
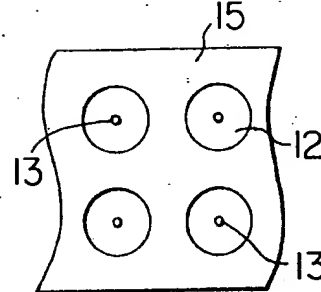


FIG. 5 (4b)



Schritt 5 Elektrolytische Kupferabscheidung

FIG. 5 (5a)

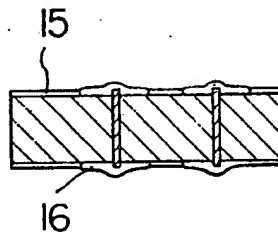
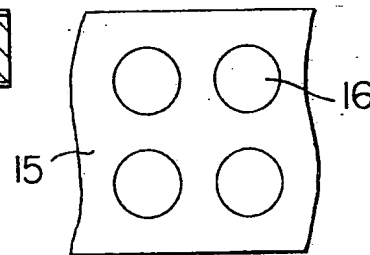


FIG. 5 (5b)



Schritt 6 Dampfabcheidung von Sn

FIG. 5 (6a)

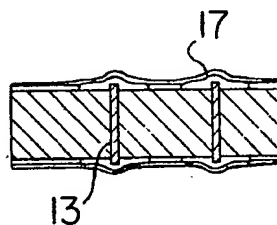
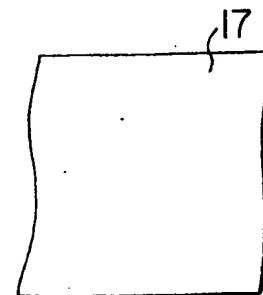


FIG. 5 (6b)



Schritt 7  
Aufbringen von  
Photoresist (B)

FIG. 5 (7a)

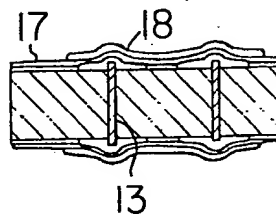
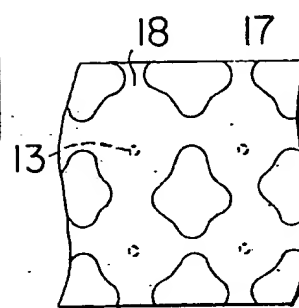


FIG. 5 (7b)



Schritt 8  
Ätzen des dampf-  
abgeschiedenen Sn  
(von Abscheide-  
elektrode)

FIG. 5 (8a)

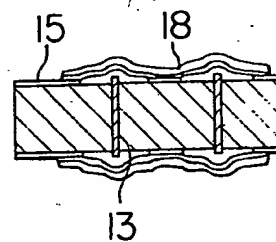
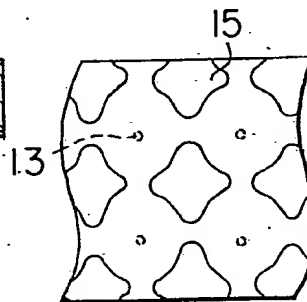


FIG. 5 (8b)



Schritt 9  
Entfernen des Photo-  
resists (B)  
(Freilegen der Ober-  
fläche der Abscheide-  
elektrode)

FIG. 5 (9a)

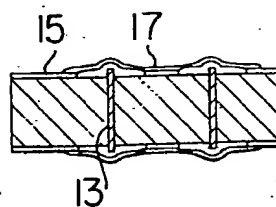
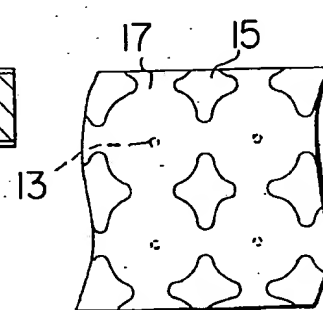


FIG. 5 (9b)



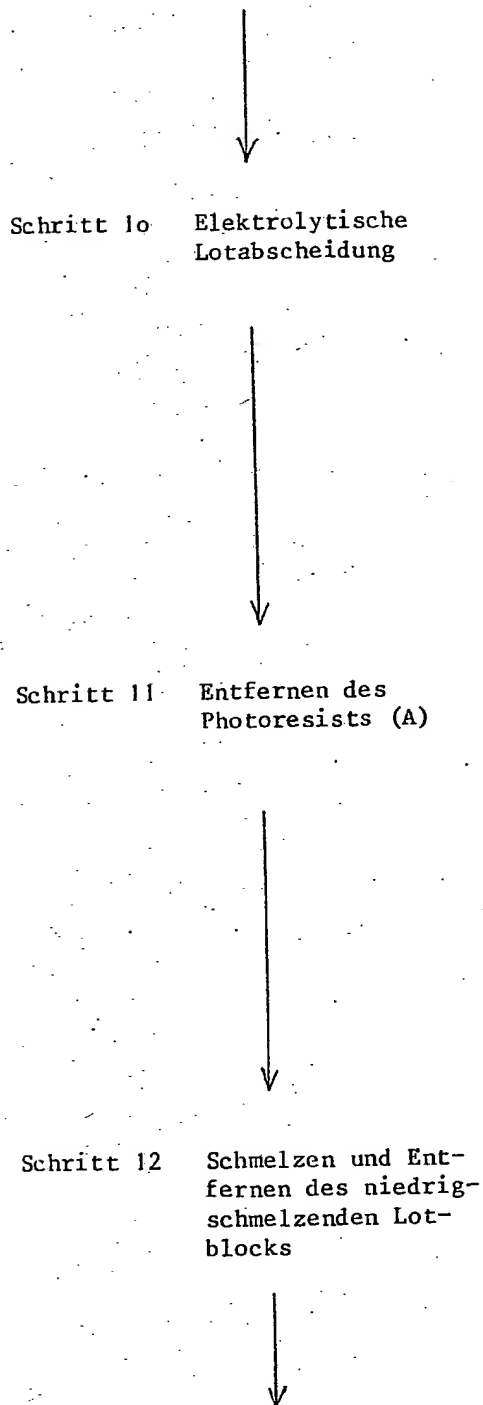


FIG. 5 (10a)

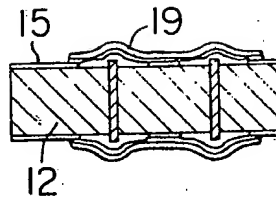


FIG. 5 (10b)

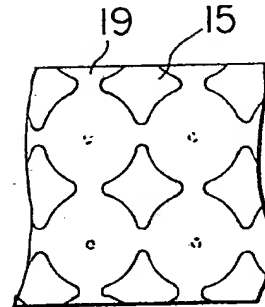


FIG. 5 (11a)

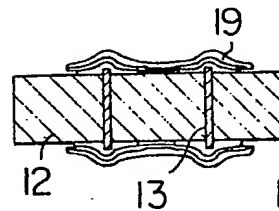


FIG. 5 (11b)

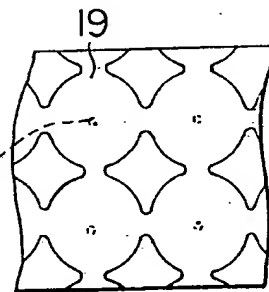


FIG. 5 (12a)

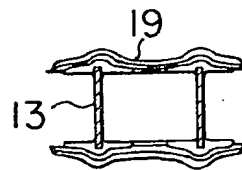
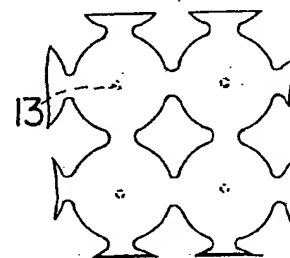


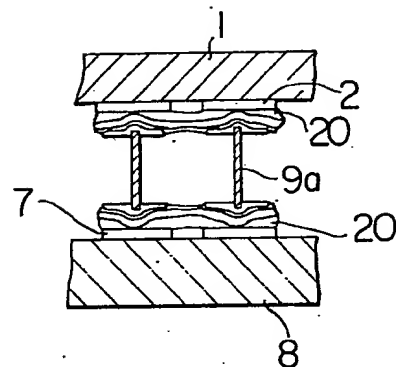
FIG. 5 (12b)





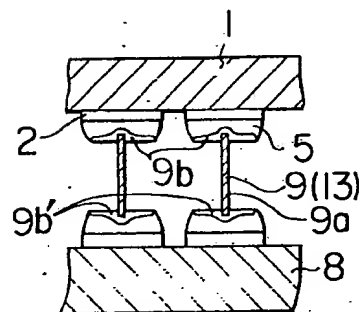
Schritt 13 Montieren des Plättchens  
auf dem Substrat

FIG. 5 (13a)



Schritt 14 Verschmelzen und Waschen  
(Fertigstellung der Ver-  
bindung)

FIG. 5 (14a)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**